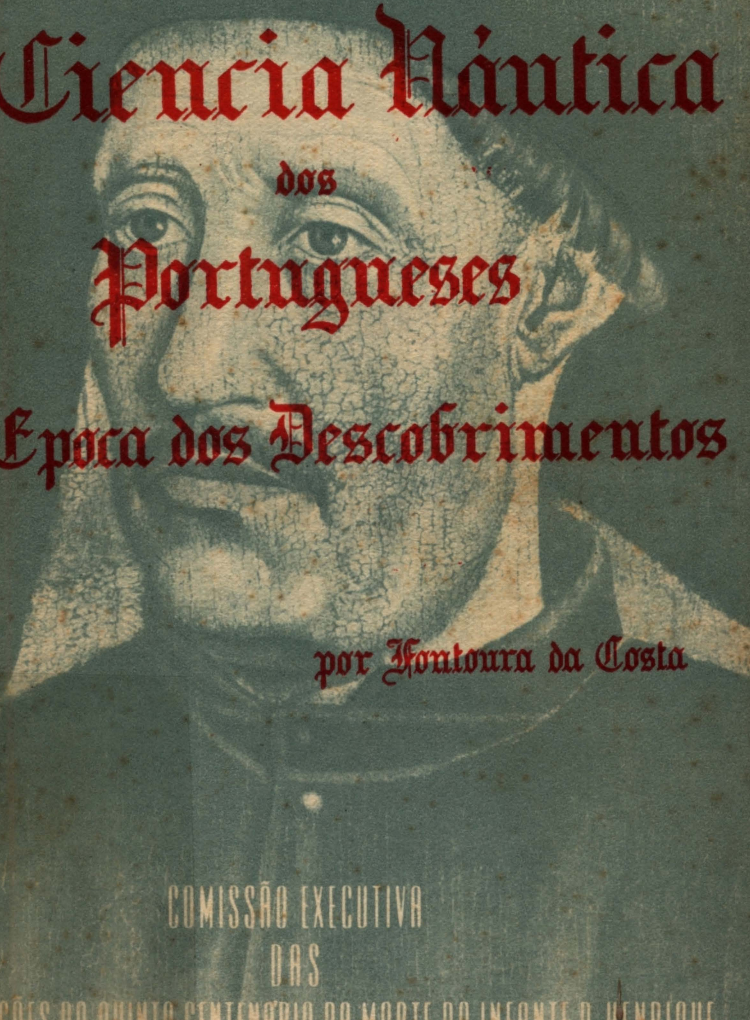
COLECÇÃO HENRIQUINA



A Ciencia Náutica dos Portugueses na Epoca dos Descobrimentos

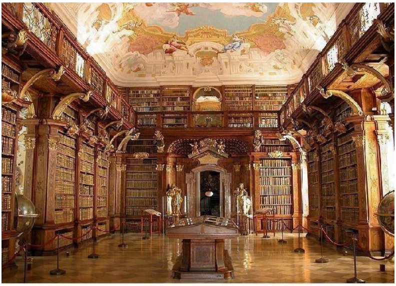
por Fontoura da Costa

COMISSÃO EXECUTIVA
DAS
COMEMORAÇÕES DO QUINTO CENTENÁRIO DA MORTE DO INFANTE D. HENRIQUE
LISBOA

A CIÊNCIA NÁUTICA DOS PORTUGUESES NA ÉPOCA DOS DESCOBRIMENTOS

A CIÊNCIA NÁUTICA DOS PORTUGUESES NA ÉPOCA DOS DESCOBRIMENTOS

Por A. FONTOURA DA COSTA



LISBOA

COMISSÃO EXECUTIVA DAS COMEMORAÇÕES DO QUINTO CENTENÁRIO DA MORTE DO INFANTE D. HENRIQUE

1958

COLECÇÃO HENRIQUINA

A *Colecção Henriquina*, editada pela Comissão Executiva das Comemorações do Quinto Centenário da Morte do Infante D. Henrique, compõe-se das seguintes obras:

I — História dos Descobrimentos Portugueses

II — Vida e Obra do Infante D. Henrique

III — Descobrimento do Atlântico

IV — A Ciência Náutica dos Portugueses na Época dos Descobrimentos

V — Os Navios do Infante D. Henrique

VI — Prioridade dos Descobrimentos Portugueses

VII — A Política de Sigilo nos Descobrimentos

VIII — A Cartografia Portuguesa

IX — A Acção Missionária no período Henriquino

X — Panorama Económico dos Descobrimentos Henriquinos

XI — O Infante D. Henrique e a Universidade

XII — Historiógrafos dos Descobrimentos

PREFÁCIO

A presente obra constitui um dos volumes da Colecção Henriquina, *editada pela Comissão Executiva das Comemorações do Quinto Centenáric da Morte do Infante D. Henrique, com o propósito de se divulgarem, entre o grande público, alguns trabalhos, de historiógrafos portugueses, fundamentais para o conhecimento de aspectos decisivos, não só de vida e obra do Infante D. Henrique, mas também da História dos Descobrimentos.*

A Ciência Náutica dos Portugueses na Época dos Descobrimentos *é um estudo admirável do ilustre e saudoso Comandante Foutoura da Costa, redigido em francês e publicado, por determinação de Sua Ex.ª o Ministro das Colónias, em 1941, pela Agência Geral das Colónias.*

Tanto como homenagem ao labor fecundo do seu ilustre Autor, que foi um dos mais notáveis historiógrafos dos Descobrimen-

tos, como por difìcilmente ser possível realizar, sobre a matéria, um trabalho de síntese tão perfeito e completo, resolveu-se publicar, em português, esse estudo, há muito esgotado, com a certeza de que ele levará a todos os seus leitores o entendimento necessário do importante e dedicado problema da Astronomia Marítima, que esteve na base do descobrimento do Atlântico e constitui glória imperecível dos homens da Escola de Sagres.

Vai o livro ilustrado com algumas gravuras representando aparelhos náuticos estudados na obra, nomeadamente o Astrolábio, o Quadrante e a Balestilha, por nos parecer interessante divulgar, no grande público, esses tão simples como decisivos instrumentos dos Descobrimentos portugueses.

Lisboa, Março de 1958.

C. B.

Prioridade da «Navegação Astronómica»

1 — Há justamente cinco séculos que Gil Eanes dobrou o cabo Bojador. Este acontecimento glorioso e aguardado durante tanto tempo marca o começo dos grandes descobrimentos marítimos: pensamento de génio e primeira realização do nosso Infante de Sagres.

Ele — com um grande E maiúsculo — soube concentrar em si a direcção suprema das empresas portuguesas de ultramar e fazer-se ajudar pelos técnicos para o aperfeiçoamento dos processos mediterrânicos de navegação.

Dado o primeiro e difícil impulso, os seus sucessores nesta direcção — os descendentes

reais de seu ilustre pai — souberam, quiseram e puderam realizar o plano monumental do Grande Infante, agora muito desenvolvido.

Auxiliares preciosos, no mar e na terra, permitiram esta realização. Mas ela não foi possível senão com o auxílio de instrumentos de observação e de métodos de navegação claramente portugueses; os marinheiros europeus aproveitaram uns e outros, isto é, a nossa ciência de navegação, durante uma grande parte dos séculos XV e XVI, sendo a primeira parte do século XVII largamente abrangida pelos preciosos roteiros nacionais.

2 — Os primeiros marinheiros do Infante não dispunham, para as suas aventurosas viagens, senão de processos italianos e maiorquinos, podendo apenas utilizar as *rotas* e as *distâncias* que davam as cartas marítimas da época. Estendendo-se estas

viagens através de mares nunca dantes sulcados, verificou-se a necessidade de conhecer a altura do Pólo por meio da observação dos astros. Assim apareceu a navegação astronómica e os seus respectivos «regimentos» que, durante os lustres seguintes, evoluíram sob o engenhoso esforço dos Lusitanos e de alguns Ibéricos ao seu serviço, atingindo o máximo, no nosso País, com o cérebro maravilhoso de Pedro Nunes — o mais notável matemático do Século XVI.

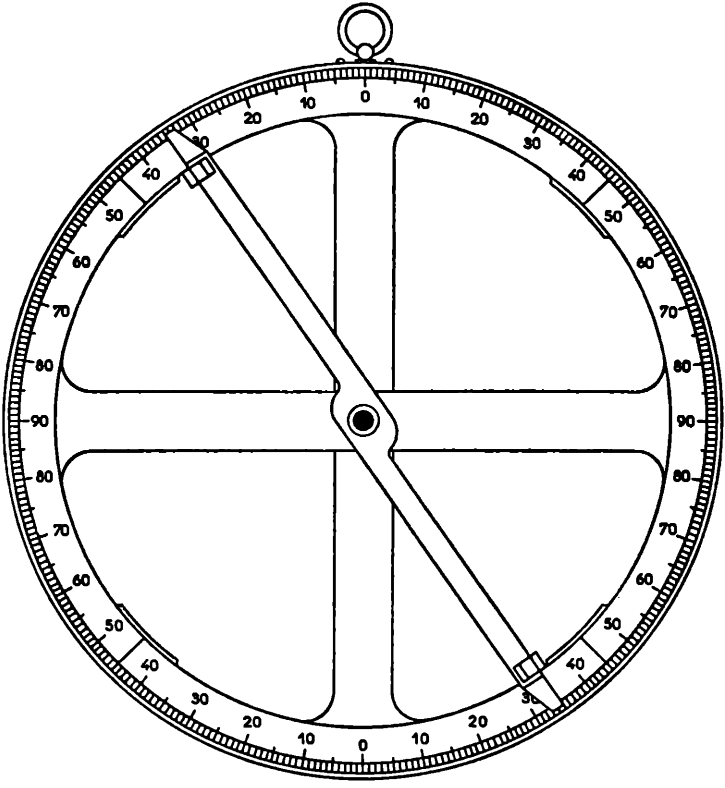
A prioridade da criação e da prática da *Navegação Astronómica* — excluída toda a ajuda da ciência extrapeninsular — é hoje reconhecida pelos mais importantes historiadores como cabendo aos Portugueses. Para este resultado contribuíram de maneira decisiva os trabalhos de Luciano Cordeiro, de Ravenstein e sobretudo os do venerando sábio Joaquim Bensaúde, do sau-

doso almirante Morais e Sousa, do malogrado professor Luciano Pereira da Silva e do especialista dos *Descobrimentos*, doutor J. Cortesão.

1 — OS INSTRUMENTOS DE OBSERVAÇÃO

3 — As observações astronómicas, limitadas de início à *estrela do Norte* (a polar), eixo da Ursa Menor (a «Buzina» lusitana), em breve se alargaram ao *Sol*, ao *Cruzeiro do Sul* e a outras estrelas bem luminosas. Eram as alturas do Pólo, deduzidas dessas observações, que os pilotos portugueses utilizavam.

Os marinheiros portugueses do século XV ao XVII empregaram dois tipos de instrumentos: os que davam directamente a altura angular do astro observado (astrolábio, quadrante, etc.), e os que a davam mediante dois elementos lineares (a bales-



O Astrolábio Náutico

tilha e as tavoletas ou tábuas da Índia, análogas às modernas «buquettes» de tiro).

A — *O ASTROLABIO E O QUADRANTE NAUTICOS*

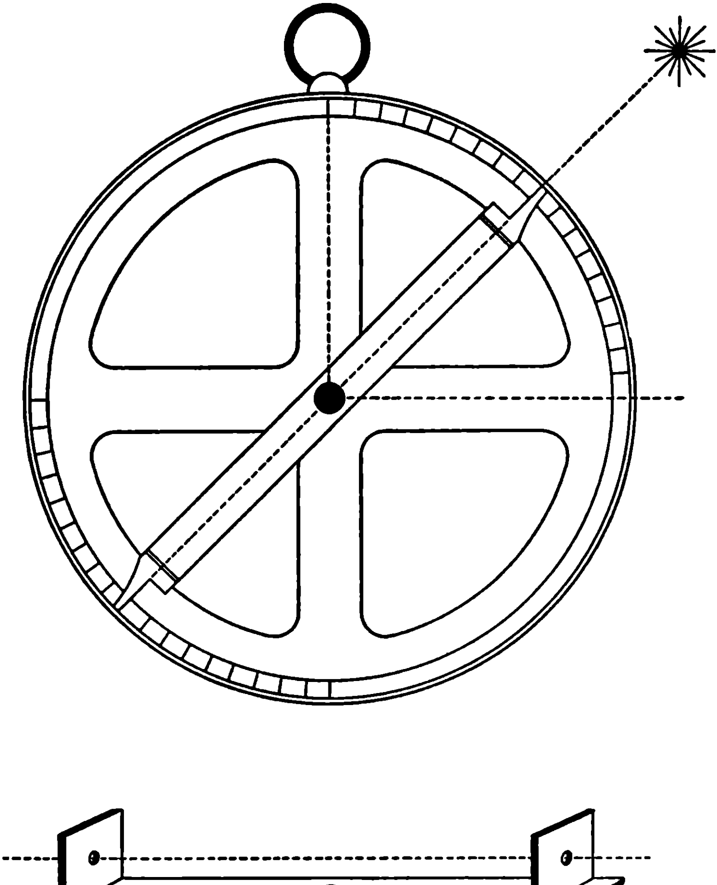
4 — *O astrolábio*. — O astrolábio vem-nos da mais remota antiguidade. De início esférico-armilar, de transporte difícil, transforma-se em plano ou planisfério, segundo a projecção estereográfica polar. Este último era já do conhecimento dos Egípcios dos séculos III ou II a. C., de quem os Gregos herdaram. Destes passou a Espanha, por intermédio dos Árabes, entre os quais a ocupação do sul da península marca o apogeu da cultura científica.

Para uso no mar os marinheiros tinham necessidade de um instrumento mais simples do que este astrolábio astronómico plano, que lhes desse sòmente a altura dos

astros observados. Os construtores lusitanos simplificaram progressivamente esse instrumento, de modo a ficar reduzido ao círculo externo graduado, transformando-o num aro — a *rodela* — com a sua suspensão, conservando-lhe a alidade — a *mediclina* — munida das duas pínulas com os respectivos orifícios. Mas as suas dimensões devem ter sido inicialmente muito aumentadas, o que permitiu uma melhor divisão do limbo e portanto uma aproximação mais exacta, até ao meio grau.

A mais antiga gravura do astrolábio náutico, a que vem no final da edição de 1528 do *Reportório dos Tempos*, de Valentim Fernandes, perdeu-se; a carta de Diogo Ribeiro contém, todavia, no extremo inferior da sua parte oriental o desenho de um astrolábio marítimo, com o disco não completamente vazado.

O único astrolábio náutico que se possui



Aplicação do Astrolábio Náutico

ainda em Portugal conserva-se no Observatório da Universidade de Coimbra. Há pouco tempo retirou-se do fundo do mar, no Japão, um astrolábio náutico da nau *Madre de Deus*, veleiro da frota das Índias que se perdeu em 1610, perto de Nagasáqui.

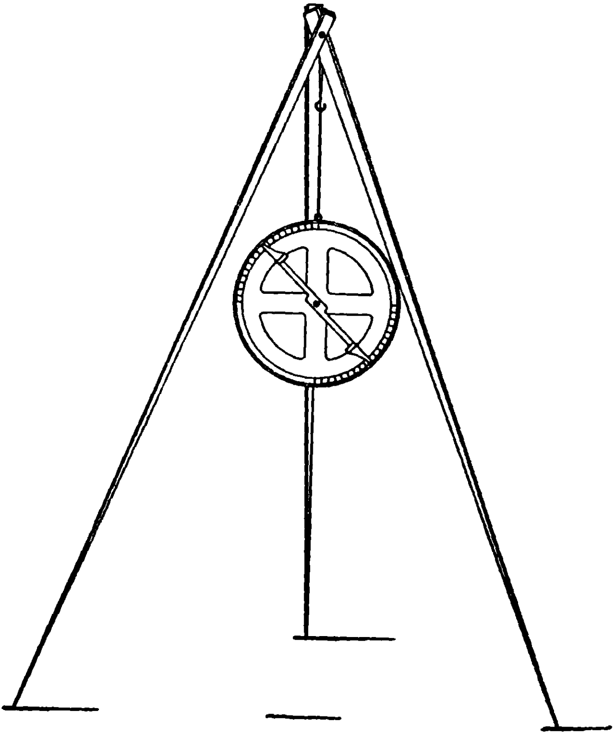
A graduação do astrolábio náutico abrangia sòmente os dois quadrantes superiores do círculo, começando em zero, nas extremidades do diâmetro horizontal e terminando em 90°, na extremidade do diâmetro vertical, junto da base do anel de suspensão. Mas dentro em pouco, pelos fins do século XV ou começos do seguinte, a graduação teria sido invertida, ficando o O na extremidade superior do diâmetro vertical e os 90° nas extremidades do diâmetro horizontal; esta simplificação dava imediatamente a distância zenital.

5 — O *quadrante.* — Os célebres *Libros del Saber de Afonso X* mencionam dois tipos

de quadrantes astronómicos árabes que foram mais tarde identificados: os *notus*, para a solução de problemas astronómicos, e os *vetus*, sòmente para a solução horária e geométrica.

Destes instrumentos, por simplificação e aligeiramento, nos chegou, desde a época do Infante, o quadrante náutico. Não foi, porém, senão no século XVI que ele se reduziu a um sector vazado, com o seu arco graduado, as suas pínulas e o seu fio de chumbo.

Os nossos cosmógrafos inventaram ainda outros instrumentos similares, entre os quais se deve contar o anel graduado de Pedro Nunes, a quem se deve a ideia fundamental, genial em teoria, de um instrumento para a avaliação das mais pequenas divisões de um círculo, donde Clavius, Hedracus e Vernier tiraram o *nónio* dos nossos dias, que tantas nações chamam o *vernier*.



Astrolábio de Terra

B — *A BALESTILHA E OS INSTRUMENTOS SIMILARES*

6 — A *balestilha* (arbalestrilha, báculo ou vara de Jacob, etc.) — Este instrumento, descrito pela primeira vez por Ben Gerson, foi desconhecido dos marinheiros portugueses do século XV, que o devem ter recebido de estrangeiros europeus, pelos três primeiros lustros do século XVI; foi então que eles começaram a empregá-lo; continuava ainda a uso pelos fins do século XVIII.

7 — As *tavoletas* ou *tábuas da Índia.* — É bem conhecido este episódio do piloto árabe que Vasco da Gama recebeu em Melinde (e que os clássicos portugueses chamam Cana ou Canaqua). G. Ferrand identificou este piloto com o grande mestre Ibn Majid, autor de diversos tratados náuticos importantes.

O instrumento árabe de três tábuas que

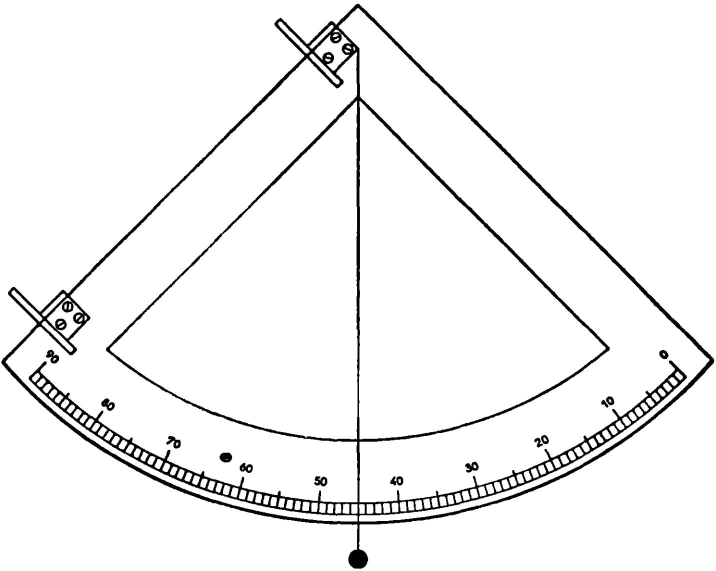
Canaqua mostrou a Gama era um *kamal*, que, com uma única tábua munida do seu cordão, foi empregado pelos marinheiros sob a denominação de *tavoletas*, usado por João de Lisboa, e *tábuas da Índia*, referida pelo célebre mestre João, da viagem de Cabral.

O cordão era graduado por meio de nós, o que permitia a determinação das alturas em «isbas» — cada isba valia 3,°2 — que os nossos converteram imediatamente em graus. O princípio destes instrumentos era inteiramente semelhante ao da balestilha.

C — *OBSERVAÇÕES ASTRONÓMICAS NO SÉCULO XV*

8 — É muito interessante o problema das observações astronómicas dos Descobrimentos, no século XV.

Elas teriam começado talvez com *astro-*



O Quadrante

lábios e *quadrantes*, provàvelmente depois do redescobrimento da Madeira, na época em que mestre Jácome entrava ao serviço do Infante. Nenhum documento, contudo, nos precisa este facto. O doutor Jaime Cortesão cita o caso da partida, de Lisboa, a 10 de Novembro de 1451, de uma frota de 10 barcos que conduziam a Pisa a Infanta D. Leonor, irmã do Rei D. Afonso V. Ficou-nos desta viagem um relato de Valckenstein, um dos embaixadores do séquito da Infanta, onde se lê que as «naus» e as caravelas eram acompanhadas por «mestres astrólogos bem conhecedores das derrotas pelas estrelas e o Pólo». Cortesão conclui daqui que a missão destes astrólogos era principalmente observar a estrela polar.

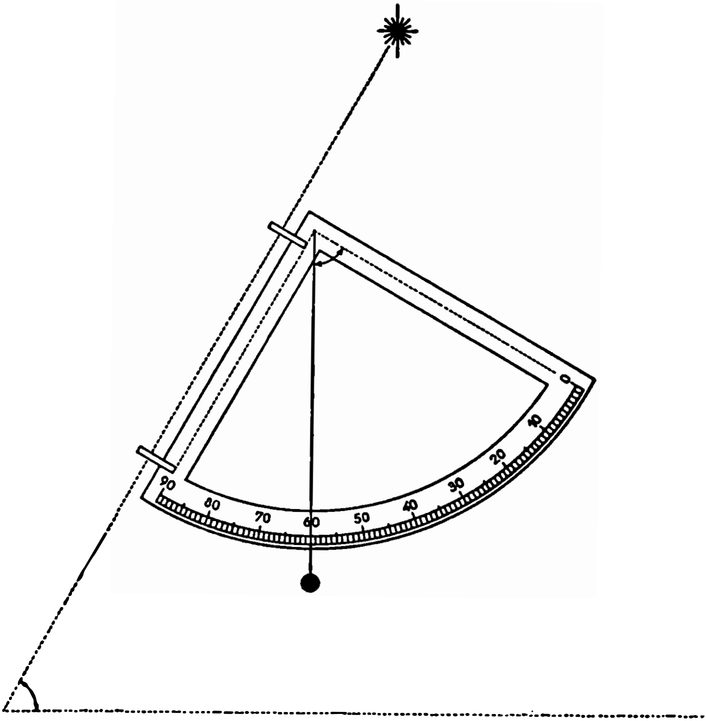
Esta opinião é muito aceitável, visto que os marinheiros bastavam para a navegação por rota e distância, enquanto que, para as observações astronómicas do «Norte»

(assim chamavam à estrela polar) e provàvelmente também do Sol, ainda nos seus primeiros passos na marinha, tornava-se necessária uma certa instrução. Ora esta instrução não a tinham eles na altura e só mais tarde vieram a consolidá-la.

O primeiro registo directo do uso náutico do quadrante deve-se a Diogo Gomes, na sua *Relação do Descobrimento da Guiné*. Lá se lê esta passagem célebre: «E eu tinha um quadrante, quando fui a estes países, e escrevi na tábua do quadrante a altura do pólo árctico». O relato refere-se a uma viagem de 1460.

O navegador Diogo de Azambuja serviu-se do astrolábio em 1481. E, segundo as célebres notas marginais de Colombo:

1.º Os marinheiros portugueses, e provàvelmente ele próprio, em navios lusitanos, observaram, antes de 1484, a altura do Sol com o quadrante e outros instrumentos (es-



Utilização do Quadrante

tes não podiam ser outra coisa senão astrolábios);

2.° Mestre José Vizinho e outros, a partir de 1485, mediram latitudes da Guiné por meio da altura do Sol;

3.° Bartolomeu Dias empregou o astrolábio durante a sua viagem ao Cabo da Boa Esperança (1487-1488).

Vasco da Gama, em 1497-1498, empregou o astrolábio. E durante a viagem de Cabral, em 1500, fizeram-se também observações do Sol e das estrelas.

2 — OS «REGIMENTOS» DO NORTE, DO SOL, DO «SUL» E DE OUTRAS ESTRELAS

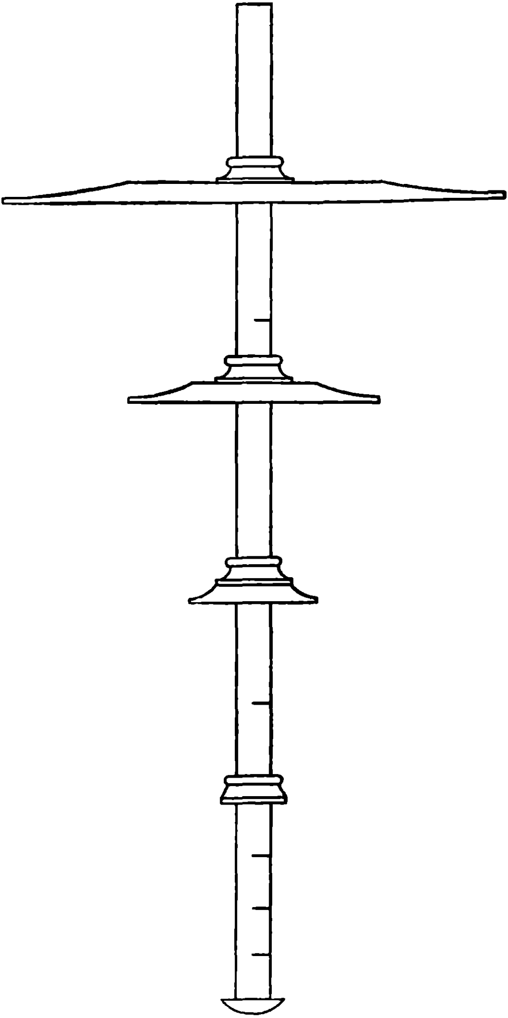
9 — Cronològicamente as primeiras observações foram as do «Norte» (estrela polar), e depois as do Sol, do «Sul» (do Cruzeiro) e de outras estrelas; todavia, da carta

de Mestre João (1500), conclui-se implìcitamente que se observavam já estrelas mesmo antes do Cruzeiro do Sul ter sido identificado.

A — *OS REGIMENTOS DO NORTE*

10 — A Ursa Menor, conhecida desde a mais remota antiguidade, era chamada pelos nossos marinheiros «Buzina», nome que os Espanhóis também adoptaram.

Para os nossos navegadores a estrela mais brilhante, a mais próxima do Pólo árctico — estrela do Norte (polar, α) — era uma das sete que constituem esta constelação, semelhante à figura de uma *buzina* (trombeta ou corneta). A trombeta apresentava assim esta estrela na sua extremidade mais estreita, e, na mais larga,



A Balestilha com as quatro soalhas

três estrelas em linha recta, das quais as duas mais brilhantes (β e γ) eram chamadas *Guardas*. A principal destas últimas (β) era a do meio, que eles denominavam «guarda avançada», porque era ela que, no seu movimento, atingia o meridiano primeiro; mais tarde conheciam-na pelo nome de «estrela horologial», porque nos mostra as horas da noite. Na realidade, a terceira estrela da grande abertura da *Buzina* era a n.º 5 de Flamsteed, que os marinheiros não contavam porque era demasiadamente pequena, enquanto que as que se podem ver a olho nu são em número de oito.

Utilizava-se a *Buzina* no bemisfério setentrional, para determinar as horas da noite, e da polar para a altura do Pólo, *ladeza* ou latitude dos observadores, que nela encontraram o seu mais precioso auxiliar.

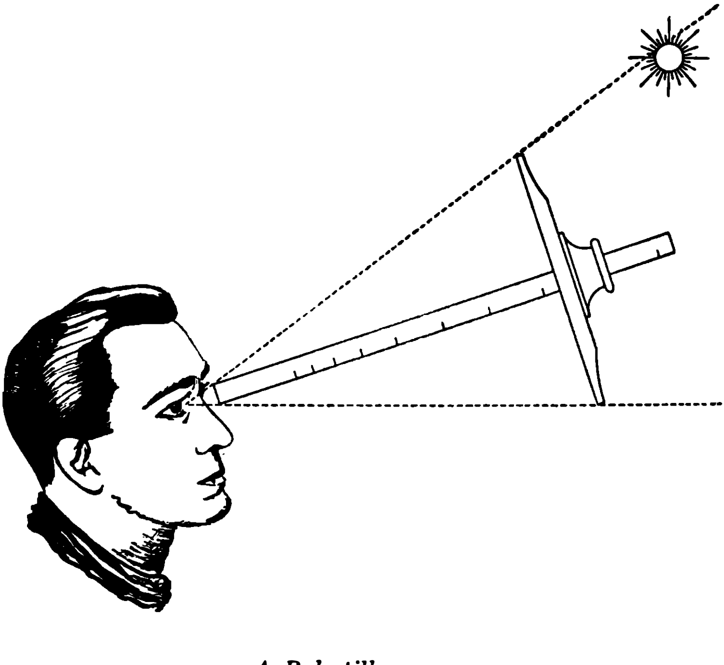
a) *O Regimento das horas da noite pelo Norte e pelas duas Guardas*

11 — Ao mover-se em torno do Pólo, a linha estrela polar — guarda dianteira, da *Buzina*, dá a ideia da agulha única de um imenso relógio. Não é, pois, de admirar que se tenha aproveitado esta circunstância para conhecer as horas da noite.

Raimundo Lúlio foi o primeiro que notou este costume durante o último quartel do século XIII. *O astrolábio nocturno* ou *esferas das horas da noite* era destinado a esse fim.

Entre nós, D. Duarte, no seu *Leal Conselheiro*, escrito entre 1427 e 1432, tratou também este assunto, tendo mesmo inventado um sistema de *rosas-dos-ventos* para facilitar a determinação das horas.

Mais tarde, talvez ainda sendo vivo D. Henrique, aparece o «Regimento», que



A Balestilha.
Observação directa

passou de mão em mão até ao que se vê impresso no célebre *Regimento* ou *Manual de Évora* (1519). Os técnicos da época de D. Henrique tinham imaginado um homem colocado no Pólo Norte, voltado para o observador, com os braços horizontais, o direito apontando para o Oeste, tal como o vemos ainda em Valentim Fernandes (1518) e noutros documentos portugueses do século XVI. E, segundo a sua visão simplista, alargaram tal ideia, figurando uma roda ou rosa celeste (mostrador de um relógio) centrado nesse mesmo Pólo Norte, sendo a cabeça e os pés as extremidades dos raios verticais (Norte e Sul, respectivamente) e sendo os raios os rumos horizontais, o braço esquerdo ou o de Leste, e o direito ou o de Oeste. Os rumos colaterais foram denominados Nordeste ou ombro esquerdo, Sudeste ou linha acima do pé, Sudoeste ou linha abaixo do Oeste e Noroeste ou ombro direito.

Uma vez que uma hora vale 15 graus, dividiram cada um dos ângulos da sua rosa celeste em três partes, contando assim 24 raios ou rumos horários, como o mostrador de alguns relógios modernos.

Comparando o movimento sideral da *Buzina* com o do Sol, conseguiram o seu «Regimento», o qual começa assim:

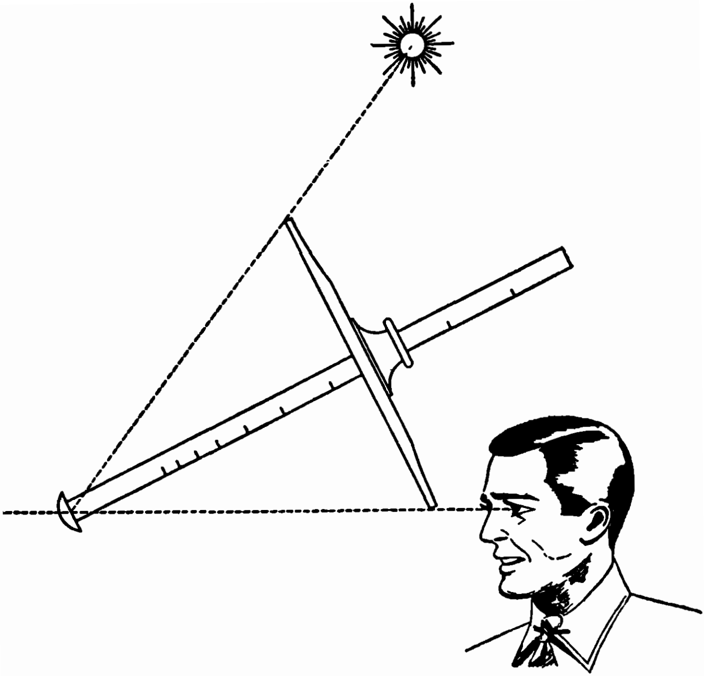
Janeiro meado, meia-noite no braço esquerdo.

E em fim de Janeiro, uma hora acima do braço.

Deve-se notar que estas regras derivam das de D. Duarte: o «Regimento» é, pois, claramente português.

b) *O Regimento do Norte*

12 — Tendo reconhecido a necessidade de saber a altura do Pólo, que lhes não podia fornecer a navegação segundo os cartas de



A Balestilha.
Observação de costas

rumos de escalas arbitrárias, os técnicos do Infante devem ter formulado, desde as primeiras viagens dos Descobrimentos, o primeiro «Regimento do Norte», tal como é ainda reproduzido no *Manual de Munique* (c. 1509), cujo exemplar único pertence à Biblioteca do Estado de Munique. (Foi estudado por Bensaúde).

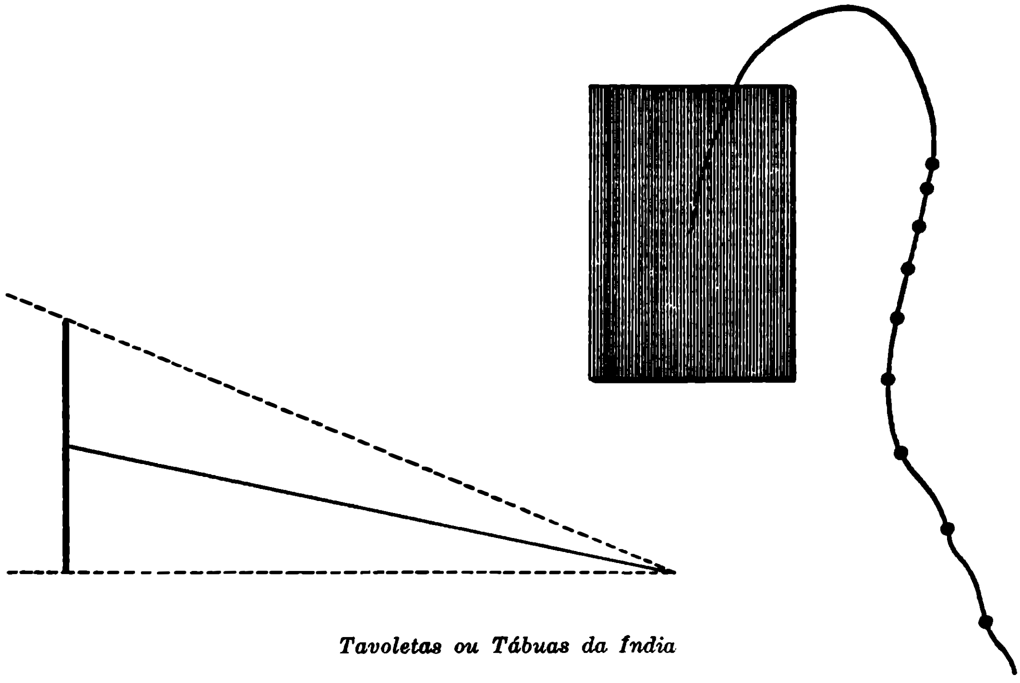
Eles sabiam certamente que a altura do Pólo sobre o horizonte é igual à latitude do observador, conforme o que era ensinado pelos célebres *Libros del Saber*. E eles sabiam, desses mesmos livros, medir a altura do Pólo por passagens meridianas da polar (a sua *Algedi*): média das alturas máxima e mínima.

13 — Devem ter procedido inicialmente da seguinte maneira: aproveitando a *roda das horas*, reduzida aos oito rumos principais — o que a tornava mais exacta — me-

diram, em Lisboa, por meio do astrolábio ou do quadrante, as alturas da polar nas duas posições da guarda avançada: linha abaixo do braço de Oeste (altura máxima) e linha acima do braço de Leste (altura mínima); provàvelmente teriam observado as alturas nas seis restantes posições. A roda que precede o «Regimento do Norte», no *Manual de Munique*, com alturas dadas por graus inteiros, confirma este procedimento, o que leva a crer que os autores eram professores da Universidade de Lisboa ou, pelo menos, pessoas tendo conhecimentos astronómicos.

Efectivamente, nesta roda, a média das alturas da estrela do Norte, correspondentes a dois rumos opostos, dá 38 ½ graus para a latitude de Lisboa, que é a indicada no mesmo *Manual*.

Em outras rodas posteriores, as alturas



Tavoletas ou Tábuas da Índia

são já levadas às aproximações de quartos, terços e meio grau, embora os instrumentos de observação não permitissem tais aproximações, segundo o que afirma Valentim Fernandes em 1518.

Para obter a bordo a altura do Pólo, os mareantes mediam a altura do Norte em um dos rumos da guarda dianteira e confrontavam-na com a da roda: a diferença obtida era a diferença de latitude com Lisboa.

14 — *O Regimento do Norte.* — Anos depois, os técnicos de D. João II (entre os quais mestre José Vizinho era o mais instruído nos problemas astronómicos) compararam as alturas da roda com a latitude de Lisboa e daí concluíram que era necessário juntar ou tirar uma correcção à altura para se ter a latitude. Estabeleceram assim o famoso «Regimento do Norte», genuìnamente por-

tuguês, reproduzido pelo *Manual de Munique*, remontando a 1483 ou 1484:

> E quando as guardas estão no braço de oeste: está a estrela do Norte acima do Pólo um grau e meio.
>
> Etc....

Deve-se acentuar que as diferenças entre estas correcções de José Vizinho e as calculadas segundo a fórmula:

$$\triangle \cos P$$

para a distância polar de 3° ½ e os respectivos horários atingiam apenas o meio grau!

O «Regimento do Norte» fez escola e foi usado por todos os navegadores europeus.

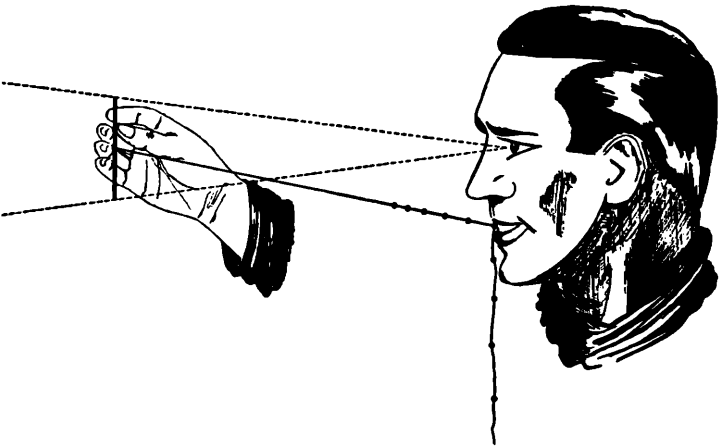
15 — *Instrumentos para a aplicação do Regimento do Norte.* — Para facilitar aos rudes marinheiros a aplicação do «Regimento», segundo as posições da guarda

Evolução do Regimento da declinação (altura do Pólo ao meio-dia)

Ordem	Fontes	Hemisfério	Declinação	Sombra	Latitude: Fórmulas aritméticas $\varphi =$	Latitude: Nome	Latitude: Fórmulas actuais (aritméticas) $\varphi =$	Observações
1	Azarquiel (*Libros del Saber*)	N.	N.	N.	$(90 - h) + \delta$	N.	$z + \delta$	
				$h = 90$	δ		δ	
				S.	$\delta - (90 - h)$		$\delta - z$	
			O.	N.	$90 - h$		z	
			S.	N.	$(90 - h) - \delta$		$z = \delta$	
2	*Munique*	N.	N.	N.	$(90 - h) + \delta$	N.	$z + \delta$	Até 1471
				$h = 90$	δ		δ	
				S.	$(h + \delta) - 90$		$\delta - z$	
			S.	N.	$90 - (h + \delta)$		$z - \delta$	
					Se: $(h + \delta) = 90, \varphi = 0$	Eq.	0	
		S.	S.	S.	$(90 - h) + \delta$	S.	$z + \delta$	Depois de 1471 (provàvelmente desde 1483 ou 1484). Devido a J. V.?
				$h = 90$	δ		δ	
				N.	$(h + \delta) - 90$		$\delta - z$	
			N.	S.	$90 - (h + \delta)$		$z - \delta$	
					Se: $(h + \delta) = 90, \varphi = 0$	Eq.	0	
3	Duarte Pacheco Pereira (1505)	$\delta <$ *Lat. m. n.*			$90 - (h - \delta)$	Como *Lat.*	$z + \delta$	É também o primeiro processo de João de Lisboa.
		$\delta >$ *Lat. m. n.*			$90 \int (h + \delta)$		$z \int \delta$	
		δ *e Lat. n. dif.*			$90 - (h + \delta)$		$z - \delta$	
4	J. de Lisboa (2.° proc., 1514?)...	—	N.	N.	$(90 - h) + \delta$	N.	$z + \delta$	
		—			$(h + \delta) - 90$	N.	$\delta - z$	Se: $(h + \delta) > 90$
		—		S.	$90 - (h + \delta)$	S.	$z - \delta$	Se: $(h + \delta) < 90$
		—			Se: $(h + \delta) = 90, \varphi = 0$	Eq.	0	
	André Pires (1.° proc.)........	—	N. ou S.	$h = 90$	δ	δ	δ	
		—	S.	S.	$(90 - h) + \delta$	S.	$z + \delta$	
		—			$(h + \delta) - 90$	S.	$\delta - z$	Se: $(h + \delta) > 90$
		—		N.	$90 - (h + \delta)$	N.	$z - \delta$	Se: $(h + \delta) < 90$
	Évora (1519)....	—			Se: $(h + \delta) = 90, \varphi = 0$	Eq.	0	
		—	0	N. ou S.	$90 - h$	Sombra		Devido a Zacuto?
5	J. de Lisboa (3.° proc., 1514?)...	—	—	$h = 90$	δ	δ	δ	Sem sombra
		δ e sombra, *m. n.*			$(90 - h) + \delta$	Sombra	$z + \delta$	—
		δ e sombra, *n. dif.*			$90 - (h + \delta)$	Sombra	$z - \delta$	Se: $(h + \delta) > 90$
					$(h + \delta) - 90$	*dif.* sombra	$\delta - z$	Se: $(h + \delta) < 90$
6	André Pires (2.° proc.)........	—	0	N. ou S.	z	Sombra	z	Astrolábio com 0° na extremidade do diâmetro vertical.
		—	N. ou S.	$z = 0$	δ	δ	δ	
	J. de Lisboa (4.° proc., 1514?)...	Sombra, *m. n.*			$z + \delta$	Sombra	$z + \delta$	Também Lavanha (1595) e Naiera (1628)
	Pedro Nunes ...	Sombra, *n. dif.*			$z \int \delta$	Maior	$z \int \delta$	
7	J. de Lisboa (5.° proc.)........	*alt.* $> \Delta$			*alt.* $- \Delta$	N.	*alt.* $- \Delta$	Astrolábio de 0° a 180 e Tab. de Δ. Talvez de Pedro Nunes, 1537 ou depois (não foi empregado pelo piloto)
		alt. $< \Delta$			$\Delta -$ *alt.*	S.	*alt.* $- \Delta$	
	André Pires (2.° proc.)........	*alt.* $= \Delta$			0	Eq.	0	
		alt. $= 90$ < 90			$90 - \Delta$	N.	$90 - \Delta$	
		alt. $= 90$ > 90			$\Delta - 90$	S.	$\Delta - 90$	

(*) Regras seguidas por todos os pilotos, *sem observação directa da distância zenital*, até ao começo do século XX.

NOTAÇÕES: φ — latitude; h — altura; *alt.* — altura de 0° a 180°; z distância zenital; δ — declinação; Δ — distância polar norte; *m* — o mesmo; *n* — nome; *dif.* — diferente; $\int$ — a subtrair o menor do maior; *Tab.* — Tábuas.



Aplicação das Tavoletas ou Tábuas da Índia

dianteira, foram construídos pequenos instrumentos: uma roda com os oito rumos e uma cornucópia recortada, com as estrelas da *Buzina*, móvel em torno do Pólo e centrada sobre a roda.

B — *OS REGIMENTOS DA ALTURA DO PÓLO PELO SOL*

16 — A determinação da altura do Pólo ao meio-dia era conhecida dos nossos pilotos, possìvelmente até empregada, desde o começo dos Descobrimentos; processos para o cálculo da altura a toda a hora do dia foram indicados por Pedro Nunes desde os meados do segundo quartel do século XVI.

a) *O Regimento da altura do Pólo ao meio-dia*

17 — As regras para a determinação da latitude terrestre ao meio-dia, no hemisfério norte, estão já indicadas nos *Libros del*

Saber. Os Lusitanos adaptaram-nas às necessidades de bordo e usaram-nas até que em 1471 o hemisfério sul foi atingido.

18 — *O Regimento da Declinação.* — O *Manual de Munique*, na sua linguagem rude, conserva ainda para o uso no mar as regras dos *Libros del Saber*, claramente separadas daquelas, que contém também, para guiar o observador no hemisfério austral. As de Azarquiel, todavia, pertencendo a estes *Libros*, dividem em sombras (N. e S.), enquanto que no *Manual de Munique* as sombras estão submetidas à divisão em declinações (N. e S.). Duarte Pacheco Pereira (1505), cognominado o «Aquiles Lusitano», no seu *Esmeraldo*, reduziu a três as regras da altura do Pólo ao meio-dia, que ele fazia depender do conhecimento da posição do observador em relação ao Sol, isto é, do hemisfério do observador.

No *Manual de Évora* — esse precioso livro do ano 1519 — as regras são já em número de seis, atendendo ùnicamente à sombra e ao nome da declinação, o que representa um grande progresso relativamente ao *Manual de Munique* e a Duarte Pacheco.

No *Livro de Marinharia* de João de Lisboa (1514) são indicados diversos «Regimentos» da altura do Pólo, entre os quais um para uso com astrolábio, que dá imediatamente a distância zenital do Sol.

Mas foi o «Regimento» do *Manual de Évora* que teve a simpatia dos marinheiros portugueses, passando de mão em mão. Encontra-se mencionado em diferentes manuscritos do século XVI. Da mesma maneira foi ele, de preferência a outros, adoptado por todas as marinhas estrangeiras.

Poder-se-á ver na carta junta a evolução do «Regimento».

b) *As Tábuas solares*

19 — O cálculo da altura do Pólo ao meio-dia exigia o conhecimento da declinação do Sol. Os técnicos da nascente Náutica Portuguesa devem ter calculado tábuas solares que lhes pudessem fornecer ràpidamente a indispensável coordenada do Sol; assim, tivemos:

1.º — A primeira tábua solar náutica, bissextil;

2.º — A tábua solar única, bissextil, do *Manual de Munique;*

3.º — As tábuas quadrienais da declinação.

20 — *A primeira tábua solar náutica, bissextil.* — Simples e primitiva, como era a navegação da época, é natural que, de princípio, tenha bastado uma tábua de declinação bissextil, no género da que se vê no *Manual de Munique*, apresentando, para cada

dia, o lugar ([1]) do Sol em graus inteiros e a declinação correspondente, em graus e minutos, referida à inclinação de 23° 33′, já usada na Península por Azarquiel.

O lugar do Sol poderia ter sido obtido em Juda ben Verga e a declinação determinada mecânicamente por intermédio de um astrolábio astronómico plano.

É possível que esta tábua primitiva solar corresponda ao ano bissexto de 1456, imediatamente anterior àquele em que o ilustre Israelita ben Verga esteve em Lisboa.

Foi empregada até que apareceu a do *Manual de Munique.*

21 — *A tábua solar única do Regimento de Munique.* — De 1473 a 1478 o notável

---

([1]) O termo português *lugar*, que nós traduzimos, aqui e nas páginas que se seguem, por *longitude*, significa, na realidade, o ângulo, menor que 90°, medido quer de um lado e outro do ponto vernal, quer de um lado e outro do seu simétrico. *(N. do A.)*

Israelita Abraão Zacuto escreveu, em Salamanca, sua cidade natal, a grande obra astronómica *Ha-jibbur Hagadol*, que certamente mestre José Vizinho conheceu em manuscrito. Servindo-se dela, Vizinho calculou a *Tábua bissextil* para um ano começando em Março de 1483 e acabando no mês de Fevereiro de 1484. Mestre José Vizinho serviu-se dela nas suas viagens à Guiné, em 1485, talvez mesmo em 1484, assim como outros navegadores, incluindo Bartolomeu Dias, até à grande viagem de Gama.

22 — *As Tábuas quadrienais da declinação.* — As dificuldades gigantescas da descoberta do caminho marítimo para a Índia derivavam principalmente dos processos muito rudimentares da ciência de navegação. Então D. Manuel I fez apelo aos seus técnicos, entre os quais brilhava Zacuto, ao serviço dos reis de Portugal depois de 1492.

Em 1495, a impressão do seu *Almanach Perpetuum*, terminado em Leiria em 25 de Fevereiro de 1496, devia estar já muito adiantada. Sob este nome de *Almanach Perpetuum* é conhecida a tradução latina resumida do monumental *Ha-jibbur*, do notável Israelita salamanquino, feita por José Vizinho, que traduziu também para espanhol os *Cânones* latinos. Zacuto calculou as tábuas de declinação para os quatro anos 1497-1500, por meio das tábuas astronómicas do seu *Almanach Perpetuum*. Gama e Cabral delas se serviram nas suas viagens. O original perdeu-se, mas encontram-se vestígios no manuscrito português (n.º 40 do Fundo Português da Biblioteca Nacional de Paris), de André Pires; essas tábuas de Zacuto são reproduzidas, sem os lugares do Sol, na *Suma de Geografia* de Enciso (1519).

Zacuto deve ter também aperfeiçoado os «Regimentos da altura do Pólo». Notemos

de novo que o *Manual de Munique* deve ser a reprodução de um manuscrito antigo que José Vizinho seguramente escreveu por volta de 1483 ou 1484 e daí a razão por que não contém as reformas do próprio Zacuto.

Gaspar Nicolas compilou, com a ajuda do *Almanaque* de Zacuto, as tábuas da declinação para 1517-1520. São tábuas clássicas, que se vêem reproduzidas em diferentes obras impressas e manuscritas, portuguesas e estrangeiras, até para lá de meados do século XVI.

Pedro Nunes, no seu *Tratado da Sphera*, publicou Tábuas astronómicas ùnicamente com lugares do Sol referentes a 1537-1540 e uma *Tabula declinationis*, para a inclinação do Regiomontano de 23° 30′, no género do *Almanach* de Zacuto. Não eram, de modo nenhum, práticas para uso no mar; cremos que só o sapientíssimo D. João de Castro as

empregou durante a sua viagem para as Índias em 1538 e talvez no decurso da sua jornada nos mares orientais.

23 — *O quadrante da declinação.* — O *Livro de Marinharia* ensina a construção gráfica do *quadrante da declinação*, verdadeiro ábaco para determinar e declinação do Sol, desde que se conheça a sua posição (lugar).

Baseando-se na fórmula bem conhecida: *sen* declinação = *sen* inclinação × *sen* lugar do Sol obtém-se uma grosseira declinação. Por essa razão parece que o quadrante devia ainda ser empregado no século XV. Em todo o caso note-se que Pedro Nunes ainda o descreve em 1537.

c) *Os Regimentos da altura do Pólo em todo o tempo que houver Sol (processos de Pedro Nunes)*

24 — Foi o genial Pedro Nunes (1537) quem primeiro se ocupou do importantíssimo problema do cálculo da *latitude a qualquer hora do dia* por meio de uma ou de duas *alturas extrameridianas* do Sol.

Para isto, dizia ele, é necessário empregar uma *agulha*, um *astrolábio* e *Tábuas* que dêem, respectivamente, o azimute, a altura e a declinação do Sol, e também um *globo* para a resolução mecânica dos dois problemas. A *agulha* era um instrumento de sombras inventado pelo grande cosmógrafo; o *globo* ou *poma*, sobre o qual se colocava o Sol segundo o azimute fornecido pelo aparelho de sombras e a declinação que se tirava das *tábuas*, era semelhante às esferas armilares.

25 — Os dois problemas, teòricamente bem resolvidos, davam, na prática, resultados muito fracos, segundo as observações de

D. João de Castro feitas durante as viagens já citadas.

Pedro Nunes indicou também o meio de se obter a altura do Pólo pelo azimute ao nascer do Sol, processo tratado por Manuel de Figueiredo em 1608; felizmente ninguém se serviu dele; só poderia conduzir a uma erradíssima latitude.

Nunes apresentou ainda um processo para obter a *latitude* por meio de *três alturas do Sol* e das diferenças de azimute correspondentes, chegando a preconizar esta obtenção por meio de *alturas simultâneas de diferentes astros*.

Mas onde Nunes se mostrou verdadeiramente superior foi na sua proposta para a determinação da *latitude* mediante *alturas de um mesmo astro*, tomadas com *intervalos de tempo conhecidos*. O processo não podia ter resultados práticos, uma vez que a arte da relojoaria estava demasiado atrasada.

d) *Os Regimentos do Sul e de algumas estrelas*

26 — *O Cruzeiro do Sul.* — Tendo perdido de vista a Polar, seu guia boreal, ao aproximarem-se do Equador, os nossos mareantes procuraram imediatamente um outro astro, que não conseguiram encontrar e precisar exactamente senão alguns anos mais tarde: o *Cruzeiro do Sul.* Provàvelmente apercebido pelos Portugueses com Cadamosto, em Junho de 1455, na foz do Gâmbia (13° N.) não foi bem determinado e denomiando *Cruzeiro* senão em Abril de 1500, conforme o que diz mestre João na sua carta ao rei D. Manuel, escrita de Vera Cruz a 1 de Maio do mesmo ano.

Esta carta de mestre João é o mais antigo documento que contém um esquema do *Cruzeiro do Sul.*

O esquema de Corsali (1515) assinalando o *Cruzeiro do Sul* é posterior ao de João de Lisboa.

Em 1505, Pero Anes, piloto-mor da frota de D. Francisco de Almeida, chama-lhe *Sul*, nome que se aplica ainda ao *Cruzeiro*.

Este notável piloto deve ter encontrado neste mesmo ano os *Regimentos do Cruzeiro do Sul*, nome já bem determinado no *Livro de Marinharia* (1514), que reproduz os sobreditos *Regimentos*.

Pero Anes e João de Lisboa, pelos fins de 1507, experimentaram em conjunto estes Regimentos; estão reproduzidos em todas as obras do século XVI e mesmo do século XVII.

27 — *A altura do Pólo por outras estrelas.* — Nas aterragens os melhores pilotos sabiam observar outras estrelas, porque tinham encontrado sinais celestes, como ali-

nhamentos e outros, que lhes fixavam os momentos da sua elevação máxima e mínima sobre o horizonte. Eram os momentos que eles escolhiam para tomar a sua altura.

O *Livro de Marinharia*, precioso para conhecer a náutica da época, fala de três estrelas nestas condições bem definidas:

1.º — *Estrela da Barca (* α da *Ursa maior).*

2.º — *Canopus (* α de *Argus).*

3.º — *Alphaca (* α da *Coroa boreal).*

Menciona ainda seis estrelas, com os seus nomes portugueses, árabes e latinos, um pouco bárbaros, assim como as suas declinações; para algumas, não dá senão os alinhamentos; para outras, certas marcas que permitiam a sua identificação, sobretudo aquelas que eles bem conheciam.

3 — A «ALTURA DE LESTE-OESTE»

28 — O problema do ponto no mar, isto é, a determinação simultânea da latitude e da longitude, é hoje resolvido ràpidamente em todas as marinhas do mundo.

Mas até muito tarde do século XVIII dispunha-se sòmente de uma destas duas coordenadas, a latitude, especialmente ao meio--dia; quanto à longitude, que os Portugueses chamavam *altura de leste-oste*, não se podia calcular logo que se afastavam das costas de África, embora se lhe reconhecesse a necessidade. Assim como Colombo, Duarte Pacheco reconhece implìcitamente esta lacuna, mas dela não se ocupa, privado de uma origem fixa.

29 — *A altura de leste-oeste pela variação da agulha. (A «mecometria da agulha magnética»)*. — Deixemos de parte as pseu-

do-determinações da longitude de Colombo e de Vespúcio, cuja crítica foi admiràvelmente feita por Wagner e Luciano Pereira da Silva, e passemos à interessante solução pela *variação da agulha magnética.*

Admitia-se que a variação da agulha — o seu *nordestear* e *noroestear* — aumentava para Este e para Oeste, proporcionalmente à diferença de longitude, a partir de um *meridiano vero* que passava entre a ilha de S. Miguel e a de S. Maria, onde a agulha estava fixa, até aos meridianos situados a 90° do *vero*, onde esta variação atingia o máximo de quatro quartas. Era assim fácil determinar a longitude.

O cosmógrafo Alonso de Santa Cruz, grande plagiador de Pedro Nunes, atribui o processo ao boticário espanhol Filipe Guillen. Este último tinha vindo em 1519 pôr-se ao serviço de D. Manuel, em Lisboa, onde foi àsperamente ridicularizado nas sátiras em

verso do nosso grande autor cómico Gil Vicente.

Outros autores pretendem que o inventor foi António Pigafetta, da frota de Magalhães, que deixou escrito um relato da memorável viagem com umas *Regras sobre a Arte de Navegar*. Não possuindo o famoso Toscano os conhecimentos náuticos necessários para descrever *processos* de navegação, ainda menos para os inventar, estes devem ser atribuídos a Rui Faleiro, que passou a Espanha, com Fernão de Magalhães, em 1517. Isto leva a crer que o processo foi inventado pelo dito Rui, quando ele estava ainda em Portugal e João de Lisboa escrevia o seu *Livro da Marinharia*.

O estranho processo, condenado pelo grande navegador D. João de Castro, que reconheceu na prática a sua falsidade completa, foi ainda aconselhado por Santa Cruz. Sustentado por diferentes autores estran-

geiros, entre os quais se encontram o genial Mercator (1546), Sanuto (1558) e William Bourne (1577), volta a Portugal no século XVII com Cristóvão Bruno, Mariz Carneiro e outros; foi então definitivamente enterrado.

30 — *Outros processos de determinação da longitude.* — As conjunções, as distâncias lunares e os eclipses eram muito conhecidos pelos meados do século XVI, mas mantinham-se sem utilidade prática, especialmente por falta de instrumentos e de tábuas. Queremos contudo notar que a famosa primeira indicação sobre a determinação da longitude por meio de relógios é devida a Fernando Colombo, que a apresentou à famosa Junta de Badajoz em 13 de Abril de 1524.

4 — A «AGULHA DE MAREAR» OU BÚSSOLA

31 — A primeira agulha azimutal, ainda excessivamente rudimentar, descrita por João de Lisboa (1514) nessa linguagem confusa e por vezes enigmática que ele emprega no seu *Livro de Marinharia*, devia ser já conhecida pelos marinheiros de D. João II. A célebre suspensão atribuída a Cardan (1560) estava já em uso em Portugal depois de Pedro Nunes (1537), que empregava os círculos de gonzos, articulados como travessões de balanças, donde o nome *balança*, pelo qual foram conhecidas entre nós.

32 — *A variação da agulha.* — É aos marinheiros portugueses do século XV que se devem os termos *nordestear* e *noroestear*, aplicados exclusivamente à variação da agulha para leste ou para oeste.

Os termos *declinação* (desvio magnético), *desvio* (desvio devido ao navio) e *variação* (soma da *declinação* e do *desvio*) não foram empregados no sentido preciso que eles têm actualmente senão a partir do século XVIII.

Na época de que falamos, o termo *variação* queria dizer aumento ou diminuição do *nordestear* ou do *noroestear* da agulha.

Quem descobriu, onde e quando, a variação da agulha? Problema assaz complexo, que nenhuma descoberta de factos concretos permitiu ainda resolver.

Os Chineses conheciam esta variação pelo menos desde o século VIII.

Os construtores estrangeiros de agulhas e os marinheiros mediterrânicos devem tê-la conhecido depois do século XIV.

Os mareantes portugueses tê-la-ão pressentido desde os meados do século XV; aplicaram-lhe os nomes de *nordestear* e de *noroestear*, como dissemos. A primeira menção

deste termo da qual temos conhecimento é devida a Colombo (13 de Setembro de 1492), que o nota como uma coisa aguardada, tendo-lhe, certamente, os marinheiros portugueses com quem ele tinha privado, ensinado esse facto.

33 — Conhecida a variação magnética, é natural que os processos para a medir se fossem aperfeiçoando, primitivamente pela polar, mais tarde pelo Sol, depois pelo Cruzeiro do Sul. Daí os progressos na disposição das agulhas, dos quais se ocupou Pedro Nunes ao inventar — ainda que para outros fins — o seu *instrumento de sombras.*

Os métodos aperfeiçoam-se a pouco e pouco e Lavanha dá-nos (1600) a primeira *Tábua das amplitudes do Sol* ainda em função do conhecimento da sua posição ou lugar. A Manuel de Figueiredo cabe a honra de lhe ter dado, em 1608, a sua forma actual.

34 — Os autores portugueses de roteiros, especialmente depois do grande D. João de Castro (1538), registam as variações observadas nos mares que percorreram: é a eles que devemos em grande parte o conhecimento do fenómeno nesta época brilhante.

Alguns estrangeiros atribuem a Alonso de Santa Cruz (por volta de 1545), a primeira carta de isogónicas, mas não se tratava senão de uma carta de marear, com meridianos de 15° em 15°, destinada a mostrar que a longitude variava com o *nordestear* e o *noroestear* das agulhas, quer dizer, uma carta demonstrativa da *altura de leste-oeste*, segundo a variação da agulha.

É a Cristóvão Bruno (Borro, Borri ou Burro) que se deve o primeiro esboço desta carta de isogónicas (primeiro quartel do século XVII).

35 — *O desvio da agulha.* — D. João de Castro — esse homem extraordinário, que aliava à sua vasta erudição o sentido observador do marinheiro — notou o desvio da agulha 128 anos antes de Guilherme Dinis (1666) e registou-a em Moçambique, a 5 de Agosto de 1538, nestes termos precisos:

> «...o ferro do qual berço chamava a si as agulhas e as fazias desviar desta maneira...»

36 — *A atracção local.* — Foi também D. João de Castro quem primeiro reconheceu e registou a atracção local a 13 de Dezembro de 1538, no rio do Pagode de Baçaim.

5 — AS CARTAS MARÍTIMAS

37 — Os Portulanos do Mediterrâneo chegaram às mãos dos Portugueses sem estarem graduados, nem em latitude nem em

longitude, tendo quase todos pequenas escalas muito arbitrárias, divididas em milhas italianas. Eram cartas cobertas com uma rede de direcções de vento com as distâncias dos itinerários mais conhecidos.

A — *AS CARTAS RECTANGULARES E QUADRADAS. OS GLOBOS*

38 — Com a criação portuguesa dos «Regimentos da altura do Pólo» sentiu-se a necessidade de uma escala das latitudes, afirmando mesmo alguns historiadores que as cartas graduadas foram introduzidas na náutica pelo Infante D. Henrique.

Não há dúvida que os marinheiros de D. Henrique usaram cartas marítimas, pois, segundo Azurara, «o que agora é posto nas cartas foi coisa vista por olho».

A *carta tipo* ou *protótipo* teria sido começada na *Casa de Africa*, em Lagos, embrião

da futura Casa da Mina e mais tarde ainda *Casa da Índia*, na cidade de Lisboa.

É provável que as primeiras cartas marítimas fossem rectangulares, estabelecidas segundo a projecção de Marino de Tiro, mas referindo-se ao paralelo de Lisboa (39° em números redondos) com a relação $^9/_7$ entre o grau de latitude e o grau de longitude segundo o que alguns pensam da célebre carta de Toscanelli, já influenciada pelas informações geográficas e cartográficas dos Portugueses.

39 — É natural que as explorações para lá do Equador tenham conduzido a um alongamento das cartas até ao hemisfério austral, abandonando portanto o paralelo de Lisboa, e tomando como referência a circunferência equatorial: daí as cartas planas quadradas.

A mais antiga destas cartas, hoje conhe-

cida, com o meridiano graduado, é a de Pedro Reinel (1505?), mas a graduação deve provir do século XV, visto que a de Cantino (1502) traz já o Equador e os trópicos, o que implica o conhecimento e o emprego de um meridiano graduado.

Entre nós, na primeira metade do século XVI, empregou-se, *graduado* como meridiano de origem, ou primeiro meridiano, o que passa pelo cabo de S. Vicente — o meridiano das operações do grande D. João de Castro.

Encontramos o *equador graduado* pela primeira vez na célebre carta de um Português anónimo (cerca de 1520) conhecida por «Kunstmann IV» (colecção de cartas).

As *cartas quadradas* são todas «rumadas», partindo as linhas respectivas de belas *rosas-dos-ventos* iluminadas, em geral dispersas harmoniosamente por toda a carta.

40 — Além das cartas quadradas, usavam-se também globos de cores vivas, por vezes providos, igualmente, de uma rede de direcções de ventos.

B — *A LÉGUA MARÍTIMA*

41 — Empregou-se na Península o grau de Albaténio, de 56 $^2/_3$ milhas (milhas ditas italinas de 1.480 metros cada) ou 14 $^1/_6$ léguas de 4 milhas, como Colombo testemunha.

Mas este grau foi em breve substituído pelo de Abul Hassan, de 66 $^2/_3$ milhas ou 16 $^2/_3$ léguas. É ainda este que se encontra citado nos documentos dos princípios do século XVI, muito embora ele provenha do século precedente.

Nas suas frequentes navegações ao longo da costa africana os Portugueses tiveram de reconhecer a exiguidade do grau de 16 $^2/_3$

léguas e adoptar então o de 17 $^{1}/_{2}$ que se conservou até ao fim do século XVIII.

Duarte Pacheco, tão culto como valente, indica, em 1505, no seu *Esmeraldo*, o grau de 18 léguas, mais próximo do actual de 111 quilómetros do que o de 17 $^{1}/_{2}$, mas este número não se começou a usar senão em 1512, com Manuel Pimentel.

C — *A LINHA DO RUMO DE PEDRO NUNES*

42 — O grande matemático Pedro Nunes não sòmente reconheceu e mostrou os principais defeitos das cartas quadradas (1534-1537), mas também concebeu e estudou a linha do rumo, hoje a loxodromia, traçada sobre um globo. Tudo leva a crer que ele traçou estas linhas do rumo sobre esferas construídas pelos mestres portugueses, muito embora nos faltem documentos da época

para o provar. Inventou mesmo um quadrante esférico e flexível para facilitar o traçado.

43 — Gerardo Kremer, de Repelmonde, conhecido sob o nome latino de *Mercator*, hábil cosmógrafo, cartógrafo, desenhador, gravador e construtor de instrumenos astronómicos, constrói em 1541 o seu célebre *Globo loxodrómico*, certamente baseado nos trabalhos do nosso Pedro Nunes.

A glória inicial pertence portanto a Pedro Nunes; a Mercator a de uma realização inteligente e pràticamente perfeita.

D — *AS CARTAS REDUZIDAS*

44 — As cartas segundo a projecção de Mercator são um progresso na confecção das cartas marítimas. Devidamente aperfeiçoadas, são aquelas de que ainda nos servimos a bordo actualmente.

As *cartas planas quadradas* foram usadas entre nós até quase aos meados do século XVIII, mas depois do fim do século XVI os troncos particulares das léguas vieram diminuir um pouco os seus efeitos, quer dizer, o desacordo entre as distâncias medidas.

a) *A grande carta de Mercator de 1569*

45 — Foi em 1569 que Mercator publicou a sua célebre *Nova et aucta orbis terræ descriptio ad usum navigantium*, de que se conhecem quatro exemplares.

46 — Mercator deve ter conhecido os trabalhos de Pedro Nunes, pelo menos por intermédio do seu amigo comum, o Inglês Dee. Este último, em 1558, escreveu a Mercator, dizendo-lhe que instituía Pedro Nunes seu executor testamentário.

Este teria de novo passado em revista os trabalhos do nosso cosmógrafo-mor, onde se diz, com data de 1534, que a solução do problema da carta marítima seria a construção de diferentes cartas parciais (*quarteladas*) no género das cartas das Províncias de Ptolomeu, isto é, em projecção rectangular. Assim, Nunes imagina cartas parciais dando todas o mesmo comprimento ao grau do meridiano, mas adoptando escalas diferentes para o grau do paralelo. De uma carta à outra o grau do paralelo vai diminuindo segundo a relação entre o grau do paralelo médio, sobre a esfera, da região correspondente à carta, e o grau do Equador (ou do meridiano).

Mercator conserva nos paralelos o comprimento do grau equatorial e aumenta os graus de latitude progressivamente, no inverso da razão entre os paralelos da esfera e do Equador.

b) *Os troncos particulares das léguas*

47 — Lavanha indica, em 1600, a construção dos troncos particulares a cada légua para as latitudes múltiplas de 5°, onde o comprimento de D léguas era igual à de D léguas do Equador (ou do tronco geral da carta) multiplicada pela *secante* da *latitude* do tronco particular.

O processo atenuava o defeito das cartas quadradas: a discordância entre as distâncias percorridas e as medidas na carta. Encontra-se ainda o sistema em Cespedes (1606) e no Português Serrão Pimentel (1681).

6 — OS ROTEIROS

48 — Concentrando nas suas mãos toda a navegação portuguesa, sujeita a um plano maravilhoso, pràticamente orientado no

sentido dos Descobrimentos, o Infante D. Henrique pôs o nosso País nesse lugar de honra que souberam conservar, mesmo ainda ampliar, nos séculos XV e XVI, outros dirigentes enérgicos.

É possível que vários navegadores isolados tenham anteriormente atingido terras, mais tarde visitadas pelos nossos, mas não se podem considerar senão como factos isolados, sem continuidade nem finalidade, portanto perdidos, porque não obedeciam a um plano preconcebido e a uma direcção superior.

Com o começo das navegações oceânicas do Infante D. Henrique, surgiu a necessidade de denominar e situar geogràficamente as sinuosas costas de África e das ilhas descobertas. Era necessário também agrupar o conhecimento de todos aqueles elementos que vieram a conter os *Roteiros.*

Com o seu espírito prático de observação

minuciosa, os nossos marinheiros retinham tudo de cor (a memória visual das gentes simples é fantástica...), pois não é verosímil que depois de Gil Eanes ter dobrado o cabo Bojador em 1434, os marinheiros portugueses hajam começado imediatamente a escrever um *Livro de Rotear*.

As «Relações» de Azurara (que não era marinheiro), de Cadamosto e de Diogo Gomes, não são Roteiros, mesmo rudimentares, mas simples descrições, no domínio que nos interessa.

Nenhum dos nossos pilotos, mesmo os mais célebres do último quartel do século XV, como, por exemplo, Diogo d'Azambuja, Diogo Cão, Pero Anes, João de Aveiro, Bartolomeu Dias, Pero de Alenquer, João Infante, etc., nos deixou qualquer *Livro de Rotear* hoje conhecido. O Roteiro da primeira viagem de Gama é demasiadamente pobre em elementos náu-

ticos para que possa ser classificado entre os verdadeiros roteiros.

Os primeiros roteiros que chegaram até nós pertencem já ao século XVI, apesar de terem todas as características da nossa idade de ouro, a do glorioso Rei D. João II.

Nós, Portugueses, fomos os primeiros no rotear para novas terras; naturalmente, fomos também os primeiros a escrever, e depois a aperfeiçoar, esses Livros que, durante séculos, todos os marinheiros utilizaram. Copiados, traduzidos e mais tarde adaptados, encontram-se ainda em obras estrangeiras do século XVIII.

Foram eles a base das actuais Instruções Náuticas.

Causa calafrios pensar na energia sobre-humana que, sob todos os aspectos, deviam desenvolver esses marinheiros dos Descobrimentos para resistir a todos os horrores da sua vida de então. E contudo eles ti-

nham ainda a coragem de escrever, no meio das maiores dificuldades da luta quotidiana e dos trabalhos hercúleos! Como os devemos admirar e exaltar!

Citaremos apenas os mais notáveis autores de Roteiros, aqueles que se ocuparam da linha mais estudada, a das Índias: D. João de Castro, Manuel Álvares, Diogo Afonso, Vicente Rodrigues e Lavanha, no século XVI; e, no século seguinte: Gaspar Manuel, Manuel de Figueiredo, Ferreira Reimão, Aleixo da Mota, D. António de Ataíde, Luís Serrão Pimentel e seu filho Manuel.

49 — Todos os nossos Roteiros estão feitos com o cuidado, muito português, dos nossos mareantes de outrora; formam no seu conjunto (há-os até 1700) uma literatura especial, verdadeiro monumento nacional, que nação alguma possui.

7 — A PILOTAGEM

A — *PRELIMINARES*

50 — Na época grandiosa dos Descobrimentos, a viagem do navio, do ponto de vista da navegação, ia desde o porto ou costas do país da partida até às costas do país do destino; assim, dizia-se: viagem de Lisboa ou do reino para a Mina, para o Brasil, para a Índia, etc.; o porto de destino só raramente era precisado.

Confundiam-se as palavras querendo dizer rota, carreira, viagem. Aquilo que chamamos actualmente, em Português, a *derrota* de um ponto a outro, dividida em dias e horas de navegação e contendo todos os elementos que interessam à navegação, era então desconhecido. Naiera, em 1626, não distinguia este termo daquele que significa o rumo do navio.

Pelo contrário, o termo *singradura* ou *sangradura*, tem ainda hoje o significado que se encontra no *Livro de Marinharia* — o caminho que percorre o navio do meio-dia ao meio-dia seguinte.

Esta palavra — *singradura* — aparece pela primeira vez no Tratado de Tordesilhas, em 1494; mais tarde encontra-se na famosa carta de Pero Vaz de Caminha, escrita em Vera Cruz a 1 de Maio de 1500.

51 — *Os quartos e as horas de bordo. Os relógios.* — Os mareantes dividiam o dia em quartos de quatro horas, como hoje, mas apenas conhecemos as denominações dos quartos da *noite* e do da *manhã:*

1) Da *prima*, das oito horas à meia-noite;

2) De *modorra*, da meia-noite às quatro horas;

3) De *alva*, das quatro às oito horas da manhã.

D. João de Castro cita este último diversas vezes no seu «Roteiro de Lisboa a Goa» (1538).

Colombo, no *Diário* da sua viagem do descobrimento da América, fala já do «quarto de alva», que devia conhecer da sua prática na marinha portuguesa.

As horas eram indicadas pelos «relógios de areia» (ampulhetas) de meia hora, um por cada meia hora a partir do começo do quarto, como se segue:

a primeira meia hora do quarto, 1 relógio
a segunda » » » » 2 relógios

a oitava meia hora do quarto, 8 relógios

Substituam-se os relógios por toques de sino e ter-se-á o sistema ainda hoje a

uso em todas as marinhas. Além das ampulhetas, empregavam-se também os relógios de Sol.

52 — *Os instrumentos náuticos.* — Desde o começo dos Descobrimentos os nossos marinheiros serviram-se da agulha e da carta de marear, com os seus inseparáveis compassos, dos relógios e dos prumos, semelhantes aos actuais; para a navegação astronómica, eles adoptaram também instrumentos de observação e os globos ou «pomas».

Os transferidores e as réguas não estavam ainda a uso, não se fazendo sentir a sua necessidade, uma vez que as cartas eram «rumadas».

53 — *O diário de bordo.* — Não se conhece nenhum documento do século XV que fale do «livro de registo da navega-

ção»; mas certamente este foi empregado desde muito cedo para uso particular dos pilotos, o que é confirmado pelo *Diário* da primeira viagem de Colombo.

B — *OS MÉTODOS DE NAVEGAÇÃO*

54 — Durante as viagens dos Descobrimentos, às vezes sem destino fixado, outras vezes para locais já conhecidos, era geralmente no porto continental de *armamento* que se proviam as necessidades do barco. Reuniam-se então a bordo os instrumentos destinados ao serviço quotidiano, que eram fornecidos pelos estabelecimentos da *Casa de Africa*, em Lagos, mais tarde em Lisboa, onde foi transformada em *Casa da Mina* e depois em *Casa da India*.

Ao mesmo tempo que os instrumentos, os pilotos recebiam todas as informações colhidas em viagens anteriores, assim

como as cópias dos «Regimentos da altura do Pólo», das «Tábuas da declinação do Sol» e dos «Roteiros», dos quais eles deviam ter necessidade; os capitães recebiam as instruções reais (Regimentos) para a viagem, dos quais alguns se conservam ainda nos nossos arquivos da Torre do Tombo e da Biblioteca da Ajuda.

55 — *A saída de um porto*, mesmo dos menos conhecidos, devia ser uma operação muito simples para os práticos pilotos de outrora.

Escolher as rotas nas cartas onde os rumos estavam de antemão traçados por quartas era também fácil, embora pouco rigoroso: havia diferenças de 6 graus.

Se, a este desvio, se acrescentar os erros na avaliação do *nordestear* e do *noroestear* da agulha (variação magnética da qual nem sempre se tinha conta pelos começos

do século XVI) e da deriva, obter-se-á um total muito importante.

56 — *A avaliação do caminho percorrido* era função da *fantasia* ou das ideias pessoais (*estimativa*) do piloto. Sòmente no século XVII ela foi facilitada por uma tabela que indica Gaspar Manuel.

57 — *O ponto de fantasia.* — João de Lisboa chama *ponto de fantasia* ou de *estimativa* ao ponto estimado, nome oriundo da maneira de avaliar o caminho percorrido.

O ponto era obtido na carta, colocando-o segundo o caminho estimado, ao critério do piloto, segundo as rotas assaz imprecisas do navio.

Imagina-se fàcilmente o que deviam ser estes pontos em cartas quadradas!

Os troncos particulares das léguas vie-

ram obviar um pouco o inconveniente das distâncias mal medidas, mas os outros elementos permaneceram durante longos anos.

58 — *O ponto de «esquadria» e a sua correcção pelo de «fantasia».* — Pela latitude observada, os marinheiros vieram a conhecer uma das coordenadas da posição do barco.

Obtinham o ponto de «esquadria» na carta, na intersecção da rota imprecisa seguida pelo navio com o paralelo da latitude observada.

No caso especial de uma rota segundo um meridiano, N ou S, o ponto de «esquadria» era o cruzamento deste meridiano com paralelo da latitude observada. Se a rota era E ou W — a latitude observada igual à do ponto de partida ou da véspera — não havia ponto de «esquadria», isto é,

estava confundido com o de «fantasia».

É evidente que os pontos de «fantasia» e de «esquadria» raramente concordavam; corrigia-se então o primeiro por intermédio do segundo.

Assim, para ângulos de rotas inferiores a quatro quartas, quer dizer, para derrotas entre o N ou o S e os colaterais era o rumo que prevalecia, ficando de lado a distância. Para ângulos de rota superiores a quatro quartas, isto é, entre os colaterais e o Este ou o Oeste, era no caminho percorrido que se baseava, desprezando o rumo. Mas para os colaterais, limites dos dois casos precedentes, não se confiava nem à derrota nem à distância; o ponto correcto era a intersecção do meridiano do ponto de fantasia com o paralelo da latitude observada.

Estes métodos portugueses de navegação, não obstante a sua pouca exactidão,

foram universalmente empregados até fins do século XVI, tendo mesmo alguns subsistido ainda no princípio do século seguinte.

59 — *O ponto tradicional do meio-dia.* — O ponto de «esquadria» do meio-dia era habitual na nossa marinha de outrora; como se utilizava o Sol, o astro cuja observação era mais rigorosa, era considerado como o mais exacto. Daí vem o tradicional «ponto do meio-dia», ainda usado no mundo inteiro.

60 — *Meios de atenuar o desconhecimento da longitude.* — O problema do ponto no mar — avaliação simultânea da latitude e da longitude — hoje elegante e rigorosamente resolvido, era o maior quebra-cabeças dos pilotos de outrora.

Como não dispunham senão da latitude observada, fica-se ciente da pouca exacti-

dão dos diferentes pontos de «esquadria», obtidos depois do começo da viagem ou depois da última posição mais ou menos exacta tomada à vista de uma costa; atribuíam-se os erros à conta da *fantasia* do piloto e das *aguagens*.

A fim de estimar esses erros os pilotos recorriam a todos os meios ao seu alcance, especialmente aos sinais precursores da terra, fornecidos pelas aves, às indicações geográficas dadas pela presença de plantas marinhas e mesmo pela variação da agulha de marear.

Todos estes elementos ajudavam-os a avaliar a posição do navio.

O proveito que eles sabiam tirar da variação magnética — o *nordestear* e o *noroestear* da agulha — merece especial menção porque lhes prestou grandes serviços nas regiões onde as isógonas formavam

faixas estreitas aproximadamente na direcção N.-S.

A intersecção do aparelho da latitude observada com uma dessas isógonas — como hoje diríamos — permitia-lhes avaliar, ainda que grosseiramente, a distância do navio às costas conhecidas ou, pelo menos, ajuizar da região onde se encontravam, isto é, servia-lhes para uma verificação possível da *situação do navio*, portanto para seguir o rumo aconselhado pelos Roteiros como o mais vantajoso para a navegação.

Assinalemos ainda que se deduz de uma passagem dos Roteiros do *Livro de Marinharia*, por volta de 1530, sobre a navegação no Golfo de Bengala, que eles sabiam obter uma posição aproximada do navio por meio de uma isobática e de uma isógona!......

61 — *As aterragens.* — Aterrar era encontrar uma terra que se vinha demandando do largo.

A aterragem é uma operação difícil ainda hoje, não obstante todos os métodos e os meios ultramodernos de que dispõem os navegadores, sobretudo nas costas baixas, orladas de baixos. Se, então, as dificuldades de hoje são grandes, quais não seriam as da época dos Descobrimentos e mesmo dos dois séculos e meio que se seguiram!

Com a introdução do cálculo da *altura do Pólo pelo Sol*, a aterragem em costas conhecidas foi facilitada com a condição de se executar quase exclusivamente em latitude, quer dizer, segundo o paralelo das terras demandadas.

A aterragem numa ilha pequena, mesmo navegando no sentido Este-Oeste, dada a longitude da posição do navio sempre fal-

seada em virtude dos percursos fantasiados e das direcções pouco exactas, falhava frequentemente. Mas as costas de terra firme ou das grandes ilhas acabavam sempre por se encontrar num local qualquer, mais ao Norte ou mais ao Sul do porto para o qual se dirigiam, o qual, navegando ao longo da costa, era em seguida fàcilmente alcançado.

62 — *Os métodos portugueses de pilotagem*, as *aterragens* e a *navegação* ao longo das costas, foram os principais factores do conhecimento progressivo das terras visitadas e da evolução da sua cartografia.

8 — CONCLUSÕES

63 — Evidenciámos ao longo desta memória a maneira como os marinheiros portugueses criaram, teórica e pràticamente,

a arte de navegar, levando-a, a pouco e pouco, à categoria de uma ciência nova que, só mais tarde, os estrangeiros desenvolveram, fazendo-a progredir até à sua actual perfeição.

Os processos lusitanos de navegação permitiram os grandes Descobrimentos com todas as suas consequências científicas, políticas e sociais.

64 — Eis, em resumo, o que se deve aos Portugueses:

1.º — *Os instrumentos de observação*

a) A adaptação do astrolábio e do quadrante à navegação; sua introdução a bordo;

b) A ideia fundamental do actual *nónio* (Pedro Nunes).

2.º — *Os astros*

a) A adaptação para uso a bordo e a formulação dos *Regimentos das horas da noite* e *da altura do Pólo pelo Norte* (polar);

b) A adaptação marítima e redacção dos diferentes *Regimentos da altura do Pólo pelo Sol*, progressivamente aperfeiçoados;

c) A confecção da *Primeira tábua solar única*, deduzida de Tábuas ignoradas; e da *Segunda*, calculada por José Vizinho, conforme as astronómicas de *Ha-jibbur Hagadol*, de Zacuto;

d) A organização das primeiras *Tábuas solares quadrienais* para 1449-1500 (viagens de Gama e de Cabral), também deduzidas das de Zacuto; (*Almanach Perpetuum*);

e) A confecção das *Segundas Tábuas solares quadrienais* para 1517-1520, deduzidas das de Zacuto por Gaspar Nicolas;

f) O *reconhecimento*, *isolamento* e *denominação* da constelação austral, Cruzeiro do Sul, e organização dos seus Regimentos;

g) A formação dos *Regimentos do Pólo pelas meridianas de várias estrelas;* identificação dessas estrelas.

3.º — *A agulha de marear*

a) O aperfeiçoamento da sua instalação e adopção da *suspensão de balança*, antes de Cardan;

b) A realização embrionária da primeira agulha de marear;

c) A adopção dos termos *nordestear* e *noroestear* da agulha como expressões bem

definidas do valor e sentido da futura variação magnética;

d) A indicação e a utilização dos processos práticos para o cálculo do *nordestear* e do *noroestear* da agulha pelo *Norte* (polar), pelo *Sol* e pelo *Sul*;

e) O cálculo da primeira *Tábua de amplitudes do Sol* (Lavanha, 1600); sua simplificação, seu aperfeiçoamento e sua colocação sob a forma que ela tem ainda hoje. (Manuel de Figueiredo, 1608);

f) A invenção do processo fantástico, todavia tão discutido durante tanto tempo, da mecometria, cálculo da *altura de leste-oeste (Longitude)* pela *variação da agulha.* Como útil consequência deste facto, *primeiro esboço de uma carta de isógonas* (Cristóvão Bruno);

g) O primeiro conhecimento e registo do *desvio da agulha* e da *atracção local* (D. João de Castro, 1538);

4.° — *As cartas de marear*

a) A transformação das cartas *rectangulares* em cartas *quadradas*;

b) A adopção do *grau* (equatorial) de 16 ⅔ léguas, mais tarde de 17 ½, depois de se ter reconhecido na prática que o valor primitivo era excessivamente pequeno;

c) A adopção e utilização, nas *cartas quadradas*, de um ou mais *meridianos graduados* e do *equador graduado;*

d) O reconhecimento e enumeração dos *defeitos* das *cartas quadradas* (Pedro Nunes, 1537);

e) A idealização e o estudo da *linha do rumo* (loxodromia) com a sua *principal característica* e o seu *traçado* em *globos* (Pedro Nunes);

f) A ideia de Pedro Nunes da transformação das *cartas quadradas* em *cartas reduzidas,* com escala constante para os meridianos e com escala de *paralelos proporcional* ao *cos. Lat. média;*

g) A invenção dos *troncos particulares das léguas* (Lavanha, 1600) para uso nas cartas quadradas a fim de atenuar os defeitos dessas mesmas *cartas.*

5.º — *Os Roteiros*

a) A organização progressiva de minuciosíssimos *Roteiros*, que foram vantajosa-

mente adaptados (e alguns textualmente reproduzidos) por todas as marinhas europeias;

b) A *literatura portuguesa dos Roteiros* constitui um monumento que nação alguma possui.

6.º — *A pilotagem*

a) A invenção de vários *processos de pilotagem*, que foram universalmente empregados até quase ao fim do século XVI, continuando mesmo alguns a ser usados durante uma grande parte do século seguinte;

b) O reconhecimento das *costas descobertas* ou *visitadas*, o que permitiu a rápida *evolução da sua cartografia.*

ÍNDICE

COMPOSTO E IMPRESSO
NA NEOGRAVURA, LDA.,
TRAVESSA DA OLIVEIRA
(À ESTRELA) 6 — LISBOA

talant dẽ biẽ faire